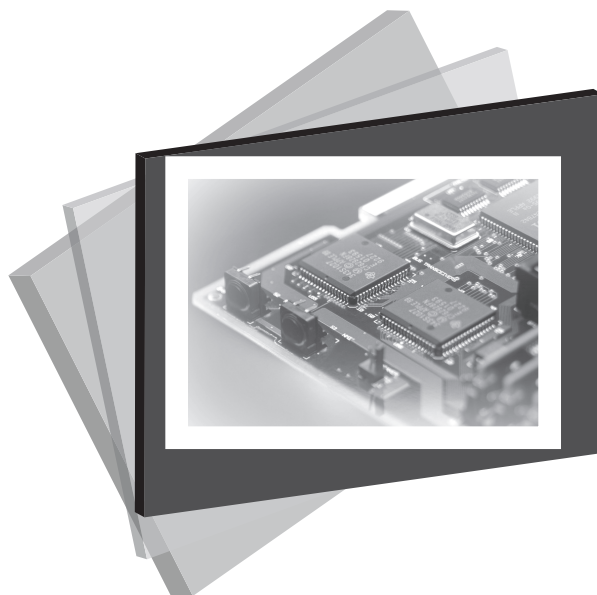


実務に役立つ電気電子シリーズ

—電気回路設計・デジタル回路設計コース—

NO.1

# 電気回路設計



コガク

## 講座のねらい

現在の電気電子回路の設計開発では、基本となる回路計算だけではなくて、さまざまな分野の技術について熟知していないとよりよい製品を生み出すことができなくなっています。

それらは、従来の電気工学・電子工学の知識に加えて、アナログ回路設計、高周波技術、モータ駆動技術、ノイズ対策などが次々と新しく実用化されてきているからです。

しかし、それらの新技術やコンピュータ利用の新技術を学ぶことに気を取られていると、今度は根本的な回路設計やセンサ信号処理方法などについて学習する時間がなくなってしまいます。

そこで、できるだけコンパクトな教材で、実務に必要な電気・電子工学の知識のエッセンスを、効率よく学ぶことができる講座が、広く産業界から望まれています。

本講座は、電気電子を八つの分野に分けて、電気電子エンジニアの方々がしっかりと基礎を学び直していただき、さらにより深く、学んだ技術を実践的に生かしていただくことまでを目的としています。

電気回路設計、デジタル回路設計、アナログ回路設計、センサ技術、モータ駆動技術、電源回路、ノイズ対策、制御プログラミング、以上のテーマです。

最後まで粘り強く学習していただくことを願っております。

---

# 目次

---

学習のねらい.....	1
<b>第1週 直流回路 .....</b>	<b>3</b>
1.1 抵抗回路の計算 .....	4
1.1.1 抵抗値の計算 .....	4
1.1.2 直列回路と並列回路.....	7
1.1.3 ブリッジ回路.....	13
1.2 電源回路の計算 .....	14
1.2.1 電池回路 .....	14
1.2.2 電圧源・電流源.....	18
1.3 回路網の計算.....	20
1.3.1 キルヒホッフの法則.....	20
1.3.2 回路計算の法則.....	22
1.3.3 いろいろな回路.....	25
『まとめと練習問題』.....	27
<b>第2週 交流回路 .....</b>	<b>29</b>
2.1 正弦波交流 .....	30
2.1.1 交流の発電.....	30
2.1.2 抵抗の消費電力.....	31
2.2 ベクトル表示.....	33
2.2.1 回転ベクトル .....	33
2.2.2 交流回路の消費電力.....	36
2.3 交流基本回路.....	39
2.3.1 電圧と電流.....	39
2.3.2 直列回路 .....	42
2.3.3 並列回路 .....	45
2.4 ベクトル計算.....	49
2.4.1 複素数について.....	49
2.4.2 複素平面 .....	49
2.4.3 複素数の取り扱い.....	51
2.4.4 計算問題の演習.....	51
『まとめと練習問題』.....	56
<b>第3週 単相回路・三相回路.....</b>	<b>59</b>
3.1 直列回路・並列回路 .....	60
3.1.1 $RLC$ の直列回路のベクトル図 .....	60
3.1.2 $RLC$ の並列回路のベクトル図 .....	62
3.2 電力の計算・共振回路など.....	64
3.2.1 電力計算 .....	64
3.2.2 ブリッジ回路 .....	66

3.2.3	ダイオード回路.....	69
3.2.4	共振回路.....	72
3.3	三相回路.....	75
3.3.1	送電線.....	75
3.3.2	結線法.....	76
3.4	三相回路の計算.....	79
3.4.1	負荷の $\Delta$ - $Y$ 変換.....	79
3.4.2	三相回路の電力.....	81
	『まとめと練習問題』.....	83
<b>第4週</b>	<b>過渡現象.....</b>	<b>85</b>
4.1	過渡現象について.....	86
4.1.1	定常状態と過渡状態.....	86
4.1.2	$(t \rightarrow s)$ 変換と $(s \rightarrow t)$ 変換.....	87
4.2	過渡現象の計算(1).....	90
4.2.1	ステップ関数.....	90
4.2.2	$RL$ 回路.....	92
4.2.3	$RC$ 回路.....	93
4.3	過渡現象の計算(2).....	95
4.3.1	時定数.....	95
4.3.2	演習問題.....	96
4.4	ひずみ波の計算.....	97
4.4.1	ひずみ波について.....	97
4.4.2	ひずみ波の計算.....	98
	『まとめと練習問題』.....	101
	STEP UP.....	103
	練習問題の解答.....	104
	索引.....	108



---

---

## ■ 第 1 週 ■

---

---

# 直流回路

---

### 【学習のポイント】

この週では、直流安定化電源や電池を電源として、電気回路を動作させるときの、基本的な知識について学習します。複数の抵抗による回路、内部抵抗の計算、重ね合わせの理などを、数値を入れて具体的に計算します。

抵抗回路の計算では、直列回路、並列回路、直並列回路、ブリッジ回路について確認します。

電源回路の計算では、電池回路、電圧源・電流源について学びます。

回路網の計算では、キルヒホッフの法則、重ね合わせの理、鳳一テブナンの定理などについて知識を得ます。

まずは、定常的な直流電源を供給したときに、負荷にはどんな電流が流れるかをしっかりと学びます。

## 1.1 抵抗回路の計算

電気・電子回路設計をする上で、抵抗そのものに対する基本的な考え方が必要になります。たとえば、抵抗部品そのものの特性、モータコイルなどの部品中に含まれる抵抗成分、電線自体の抵抗や配線パターンに含まれる微小抵抗成分、接触抵抗の大きさや経年変化、人体の抵抗と条件による変化、などがあります。

### 1.1.1 抵抗値の計算

抵抗  $R$  [ $\Omega$ ] に電源電圧  $E$  [V] を加えると、どのくらいの電流  $I$  [A] が流れるか、というのが抵抗回路の基本です。図 1.1 に示すように、それらの関係を水に例えると、電圧は水位差、電流は流量、抵抗は流路の抵抗ということになります。

もちろん、オームの法則の通り、 $I=E/R$  となりますが、回路設計では様々なところに思いを巡らさなければなりません。

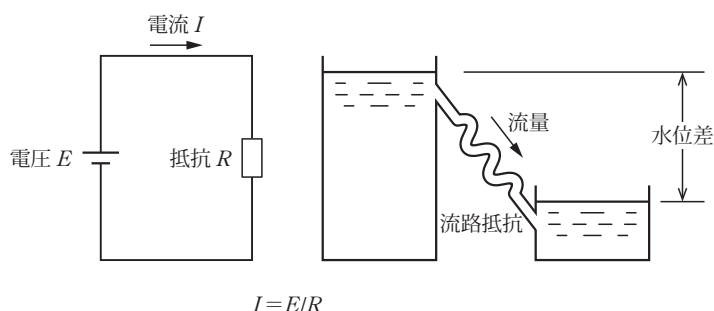


図1.1 オームの法則

電流を流したときに、抵抗はジュール熱で温度上昇し、抵抗値は変化しないか。

そこに風が吹いてきて、抵抗値は変動しないか。

回路につながれている電線自体の抵抗分はどの程度か。

電源回路は電流を出力することで、内部抵抗による電圧降下はどの程度か。

回路中の絶縁性は保たれているか。

抵抗が単一でなくて、複数から成っている回路の場合はどのように計算するか。

まず、抵抗値  $R$  [ $\Omega$ ] そのものは、図 1.2 のように、

$$R = \rho L / A$$

で表されます。

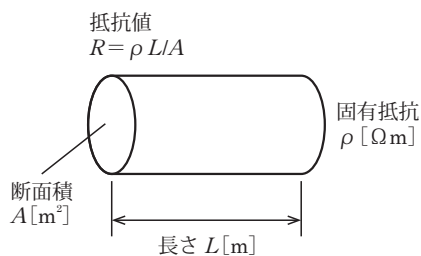


図1.2 抵抗値の計算

ただし、

$\rho$  [ $\Omega\text{m}$ ] : 材料の固有抵抗

$L$  [ $\text{m}$ ] : 長さ

$A$  [ $\text{m}^2$ ] : 断面積

です。

材料の固有抵抗の例を、表 1.1 に示します。

表1.1 固有抵抗 (室温20℃)

材料	銅	アルミ	銀	亜鉛	ニッケル	鉄
固有抵抗 [ $10^{-8}\Omega\text{m}$ ]	1.72	2.62	1.69	6.10	6.90	10 ~ 21

直流回路の学習中ですが、電線自体の抵抗を計算していただくために、ここでは日常的に交流の商用電源でよく使われているビニル平行コードを取り上げて、実際の抵抗値を求めてみましょう。コードには、図 1.3 に示すように、直径 0.18mm の銅線を 50 本より合わせて断面積を合計  $1.25\text{mm}^2$  にしたものや、直径 0.26mm の銅線を 37 本より合わせて断面積を合計  $2.0\text{mm}^2$  にしたものが多くあります。